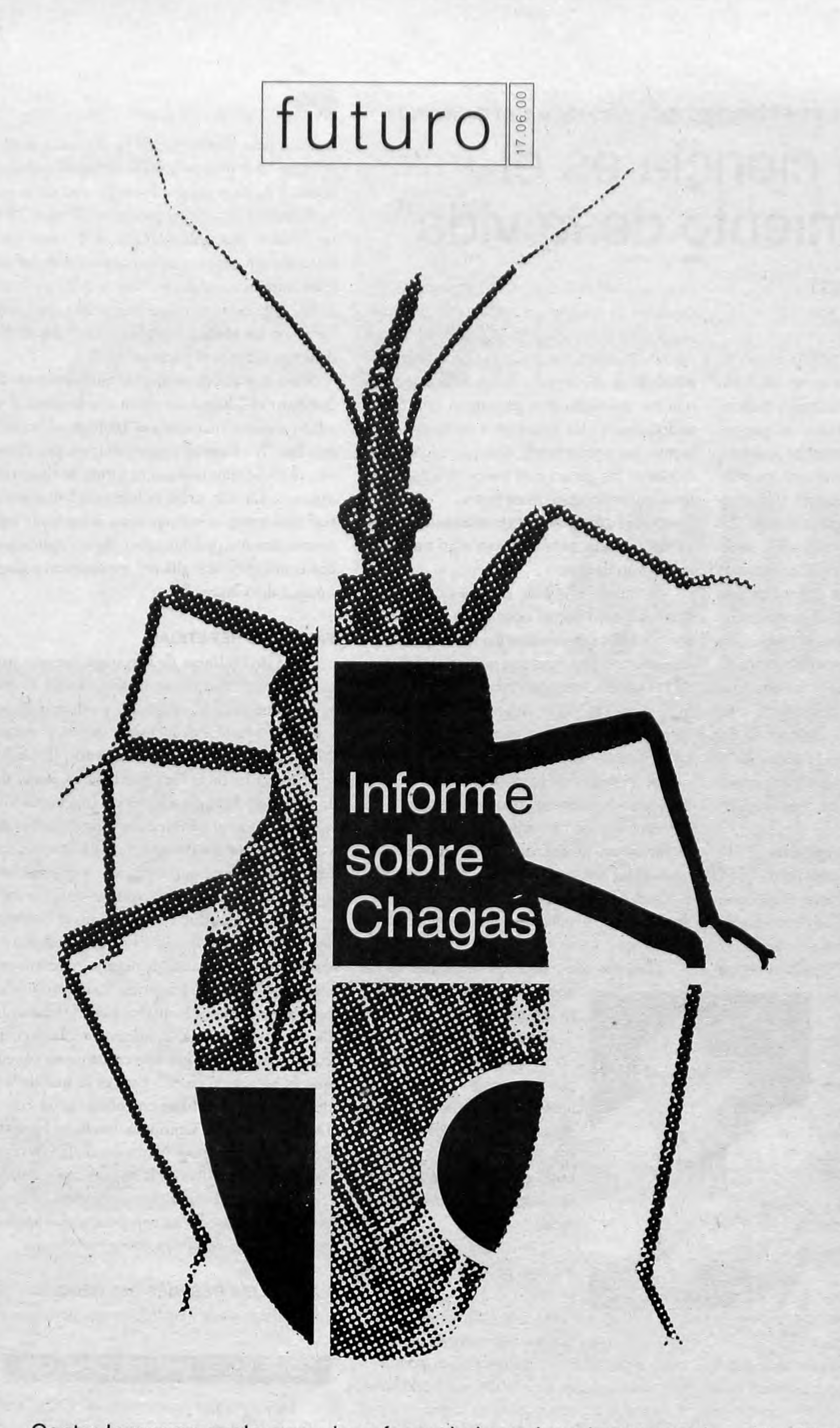


POR AGUSTÍN BIASOTTI

Contra lo que se suele creer, la enfermedad ocasionada por aquel parásito introducido en el organismo humano por la temida vinchuca, el *Trypanosoma cruzi*, concita la atención y el trabajo de numerosos grupos de investigación. Y esto no sólo ocurre en la Argentina o Brasil, que han experimentado en carne propia los estragos que ocasiona el Mal de Chagas sobre la salud de quienes conviven con el insecto vector de la enfermedad. Investigadores de Suecia o de Estados Unidos también están involucrados en su estudio y en la consiguiente búsqueda de nuevos tratamientos. **Futuro** dedica su entrega mensual de salud a la investigación del Chagas que se lleva a cabo en los laboratorios argentinos.

¿Quién lo sabe? Quizá dentro de no mucho tiempo haya que tachar al Mal de Chagas de la lista de enfermedades "huérfanas", enfermedades que, por no representar un mercado interesante para la industria farmacéutica, suelen quedar a la espera de que alguna asociación que nuclea a familiares de pacientes, organización no gubernamental o algún Estado movilice fondos que estimulen y promuevan su investigación. Iniciemos entonces una breve recorrida por algunos de los más interesantes y fructíferos trabajos de investigación en torno del Chagas que se realizan en distintos laboratorios del país.

PROYECTO GENOMA

La palabra genoma no sólo vende sino que también cotiza en Bolsa. Aceptemos al menos por ahora la tiranía de los mercados, comenzando este recorrido con el proyecto genoma del *Trypanosoma cruzi*, parásito que produce el Chagas. Pues así como un importante número de investigadores se ha embarcado en el ambicioso y costoso proyecto científico que representa describir el mapa genético del ser humano, un grupo bastante más reducido de investigadores con fondos menos constantes persigue la secuenciación de los genes del parásito del Chagas.

El proyecto genoma del T. cruzi nace a comienzo de los '90, a partir del programa de investigación de enfermedades tropicales de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y del Programa Intergubernamental de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Comunidad Iberoamericana. Por aquel entonces, ambas organizaciones plantearon la necesidad de obtener información sobre la organización del genoma y la identificación de los genes de cinco parásitos que afectan al ser humano, entre los que se contaba un viejo conocido para los habitantes de extensas regiones de América latina: el T. cruzi. Varios son los grupos de investigación que ya se han sumado a este proyecto, en gran parte subvencionado por los (a veces fluctuantes) fondos de la OMS.

NORTE Y SUR

Si bien participan de este proyecto varios laboratorios del Hemisferio Norte (como el Departamento de Genética y Patología de la Universidad de Uppsala, Suecia, o *The Institute for Genome Research*, Estados Unidos), gran parte del trabajo realizado hasta la fecha fue aportado por Brasil (Fundación Osvaldo Cruz) y la Argentina (Instituto de Investigaciones Biotecnológicas de la Universidad Nacional de San Martín, el Instituto de Investigaciones en Ingeniería Genética y Biología Molecular –Ingebi– y el Instituto Nacional de Parasitología Dr. Mario Fatala Chabén). Según el doctor Alberto Frasch, director del Instituto de Investigaciones Biotecnológicas de la Universidad Nacional de San Martín, aproximadamente un 20 por ciento del genoma del *Trypanosoma cruzi* ya estaría listo. "De aquí a 3 años estará completado el 95 por ciento de la secuenciación del genoma", asegura Frasch. El doctor Daniel Sánchez, investigador del mismo instituto, es menos optimista: "Calculo que el genoma completo no estará disponible en menos de 5 años. Si bien existe capacidad instalada a nivel mundial como para hacerlo en un tiempo corto, el flujo de subsidios que lo sostiene no es constante".

¿Cómo se inserta actualmente la investigación local en el proyecto genoma del T. cruzi? "A nosotros lo que nos interesa es realizar cosas muy concretas y definidas, pues no podemos competir con lo que se está haciendo en el Norte", reconoce el doctor Frasch. Parte de su trabajo apunta a comprender cómo interactúa el parásito con las células del organismo huésped.

NUEVOS MECANISMOS, NUEVOS BLANCOS

"Las mucinas, por ejemplo, cubren toda la superficie del parásito, protegiéndolo. Tan importantes son que aproximadamente un 2 por ciento del genoma del parásito está dedicado exclusivamente a codificarlas; el conocimiento de estas mucinas nos permite entender cómo hace el



REPORTAJE CON EL PRESTIGIOSO BIÓLOGO RICHARD DAWKINS

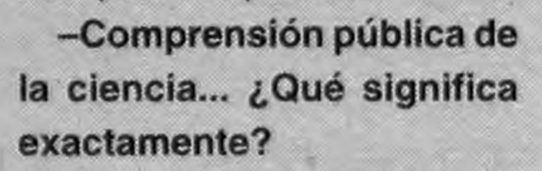
“La ciencia es el conocimiento de la vida”

POR XAVIER PUJOL GEBELLI
El País de Madrid

Richard Dawkins (Nairobi, 1941) sorprendió a la comunidad científica cuando en 1976 publicó *El gen egoísta*. En ese primer y polémico libro, Dawkins introdujo la idea del gen como uno de los motores que marcan la evolución de las especies de acuerdo con los principios de las teorías neodarwinistas. Con el paso del tiempo, la idea se ha ido refinando. Tal vez por eso, y por el prestigio que se ha ganado como divulgador, el investigador británico disfruta en la Universidad de Oxford de una cátedra poco común, la de divulgación científica, o, como mejor se expresa en inglés, de *public understanding of science* (comprensión pública de la ciencia). Fruto de la actividad que desarrolla en ella ha surgido *Destejiendo el arco iris*, un libro recientemente publicado en España por Tusquets Editores y la Fundación La Caixa y que pronto aparecerá en la Argentina. En sus páginas, Dawkins halla conexiones entre la ciencia y la poesía.

–Su último libro es sorprendente...

–Ciertamente es un libro distinto de cuantos había publicado hasta ahora. Cuando en 1995 fui nombrado profesor de Comprensión Pública de la Ciencia en la Universidad de Oxford, mi oficio se transformó y pasó a ser enseñar ciencia en general. Este libro forma parte de mi nueva dedicación. Como consecuencia, trato de explicar que la ciencia es algo maravilloso y que, si lo pensamos bien, puede hallar reflejo en la poesía. En el fondo, la ciencia es también una fuente de inspiración para los poetas.



–Comprensión pública de la ciencia... ¿Qué significa exactamente?

–La ciencia es algo muy importante en nuestras vidas. Tanto que todo el mundo debería saber apreciarla e incluso tener algún tipo de conocimiento científico. La ciencia es el conocimiento del mundo real, de todo cuanto sucede en él, de la vida. Nos dice cómo es el universo, por qué existe la vida o por qué ésta es tan complicada y diversa.

–Sin embargo, para una gran mayoría la ciencia continúa formando parte de lo incomprensible.

–No debiera ser así. La ciencia no es en absoluto algo lejano. Al contrario, nos da respuestas sobre todo cuanto nos rodea y sobre nosotros mismos.

–Hay quien busca en esas respuestas algún tipo de sentido místico, cuasi mágico.

–Hay un tipo de divulgadores, sobre todo en televisión, que abusan de este tipo de sentimientos. Lo que cuentan suele ser erróneo, algo que es muy fácil de demostrar. Personalmente creo que la gente se sentiría mucho más satisfecha si no se dejara seducir por ese tipo de falsas explicaciones.

–¿Se esperan grandes cambios en la evolución?

–Es obvio que hay lagunas en el conocimiento de algunas épocas del pasado e incluso sobre el mundo actual. Pero las incógnitas, por importantes que sean, no alteran los principios generales. Dudo que ningún nuevo descubrimiento nos obligue a reescribir la teoría darwinista.

–¿Cuál es el papel de los genes?

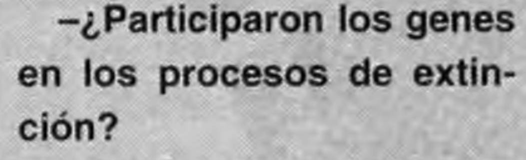
–Los genes son entidades que sobreviven a lo largo de las generaciones. A medida que la selección natural actúa, sobreviven aquellos genes que precisan las especies para continuar existiendo. Así, las especies disponen de un capital genético que se transmite de generación en generación no de forma aleatoria o por puro azar, sino con el propósito de garantizar la supervivencia. Esos genes irán modificándose por las exigencias de la selección natural, de modo que permitirán una mejor adaptación de las especies a un medio cambiante. De alguna forma, el medio ayuda a seleccionar los genes que mejor se adaptan a unas determinadas condiciones.

–Cuando formuló esta teoría algunos creyeron que los genes tenían algo parecido a una conciencia.

–Yo nunca dije eso. Es una falacia decir que los genes tienen conciencia. Los genes son sólo ADN, moléculas. Como metáfora podría valer si asumimos que para construir la vida los genes pretenden conseguir algo. Sin ir más lejos, su propia supervivencia. Pero de ningún modo de forma consciente. Si asumimos que éste es su rol, podremos llegar a entender aspectos clave de la evolución. Por el contrario, si asumimos que las especies o los individuos tratan de perpetuar su existencia o de maximizar su descendencia, obtendremos respuestas erróneas. Sí es correcto, en cambio, asumir que los genes tratan de perpetuarse replicando el máximo número de copias de sí mismos.

–¿Quiere decir que los organismos no son más que un vehículo para los genes?

–En esencia sí; pero teniendo en cuenta que los genes no pueden escoger. Es más, si el individuo no se reproduce por alguna causa, los genes mueren con él. Su supervivencia, pues, es una consecuencia de la evolución de los organismos.



–¿Participaron los genes en los procesos de extinción?

–No directamente. Un gen poco puede hacer ante los efectos devastadores de un cometa, por ejemplo. Pero, a pesar de que una extinción no es más que la muerte masiva de organismos, la existencia de determinados genes puede favorecer la supervivencia de un organismo concreto en condiciones ambientales adversas.

RICHARD DAWKINS

–¿Por qué biólogos y evolucionistas han criticado tanto esta idea?

–Porque no la han entendido. Los genes nos permiten otra forma de expresar la teoría de la evolución. Forman parte, en este sentido, de las teorías neodarwinistas en las que también cabe formular la evolución a través de las especies. Hoy esta idea ya está mayoritariamente aceptada; no tanto por el mejor conocimiento de los genes, sino más bien por pura lógica.

–¿Puede ayudar a entender el futuro?

–Es muy difícil predecir el futuro. Lo único que podemos decir es que dentro de 50 millones de años probablemente habrá vida. Pero no podemos decir qué especies habrá ni qué forma tendrán. Sólo que descenderán de las actuales, aunque es imposible saber de cuáles. De lo que sí estoy seguro es de que habrá una diversidad similar a la actual, con carnívoros y herbívoros, voladores y nadadores. También estoy seguro de que habrá una nueva extinción masiva y que es muy probable que los mamíferos no logren sobrevivir.

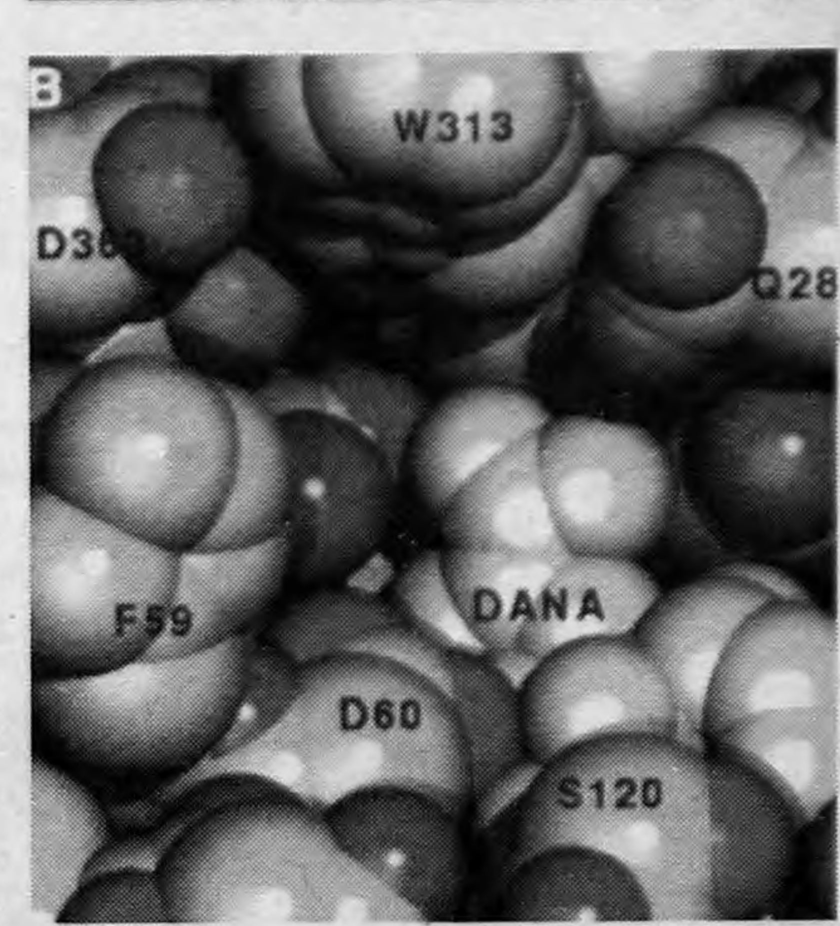
–¿Somos la culminación de la evolución?

–No, en absoluto. Nosotros no tenemos predadores, como otras especies, que impongan límites a nuestra expansión. Pero tenemos enfermedades, parásitos, virus y bacterias nocivos. Aunque lo peor tal vez seamos nosotros mismos.



parásito para defenderse de la respuesta inmunológica del huésped.” Trans-sialidasas es el nombre de otro grupo de moléculas de la superficie de este parásito que estudia Frasch: “Estas enzimas son utilizadas por el T. cruzi para sintetizar un azúcar que se encuentra en las células humanas (ácido siálico), y después invadirlas. Tanto las mucinas como las trans-sialidasas son un blanco precioso para el desarrollo de drogas contra el parásito”.

“Pero más allá de encontrar nuevas formas de combatir el Chagas, también nos interesa descubrir nuevos mecanismos biológicos –continúa Frasch–. Con las trans-sialidasas, por ejemplo, descubrimos una nueva forma de sintetizar azúcares. En el T. cruzi ya han sido halladas varias moléculas absolutamente novedosas que eventualmente podrían tener alguna aplicación biotecnológica más allá del tratamiento y diagnóstico del Chagas.”



FIGURITAS REPETIDAS

Otra de las líneas de investigación que surgen del secuenciamiento del genoma del T. cruzi es la que apunta a describir y estudiar las secuencias repetidas del genoma. Según el doctor Mariano Levin, jefe del Laboratorio de Biología Molecular de la Enfermedad de Chagas del Instituto de Investigaciones en Ingeniería Genética y Biología Molecular (Ingebi), “las secuencias repetidas del genoma del T. cruzi son exclusivas de este parásito; tienen que ver con aquello que lo llevó a convertirse en T. cruzi”.

Si bien este último comparte con el *Trypanosoma brucei* y con los parásitos de la leshmaniasis ciertas características de su genoma, como por ejemplo el orden de los genes, “lo importante en estos parásitos no es lo que los asemeja sino aquello que los diferencia. Y, justamente, las secuencias repetidas de su genoma constituyen aquello que es específico en él”. Esto es lo que lleva al doctor Levin a trabajar en colaboración con el Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires en las secuencias repetidas del genoma del T. cruzi, secuencias repetidas que podrían estar asociadas con potenciales blancos para nuevos medicamentos.

F29 Y EL DÍA DESPUÉS DEL GENOMA

La búsqueda de marcadores que permitan realizar el seguimiento de aquellos pacientes chagásicos que se han curado (negativizado) gracias al tratamiento con benznidazol constituye otra línea de investigación asociada con el proyecto genoma del T. cruzi, en este caso llevada adelante en el Instituto Nacional de Parasitología Dr. Mario Fatala Chabén. “Hemos secuenciado una proteína llamada F29, que en un ensayo inmunoenzimático es capaz de mostrar cuándo desaparecen los anticuerpos contra el T. cruzi del paciente infectado con Chagas –cuenta el doctor Andrés Ruiz, director del mencionado instituto–. Este es el primer ensayo serológico que nos permite determinar la negativización del paciente.”

“También estamos tratando de crear grupos que se dediquen a lo que viene después del secuenciamiento del genoma, que es tan sólo un

¿QUE ES EL MAL DE CHAGAS?

Descripta por primera vez en 1909, la enfermedad de Chagas es causada por el *Trypanosoma cruzi*, un parásito que vive en los intestinos de los insectos que transmiten la enfermedad (en la Argentina, el insecto vector es el *triatoma infestans*, más conocido como vinchuca). Cuando el insecto pica a su víctima, ser humano o animal, defeca sobre la herida, lo que permite que el parásito penetre al torrente sanguíneo.

Otras formas menos frecuentes de transmisión del T. cruzi son: las transfusiones con sangre contaminada por el parásito, los trasplantes de órganos contaminados y la transmisión madre-hijo durante el embarazo o el parto.

Actualmente se calcula que son 18 millones las personas infectadas en todo el mundo, de las cuales 2.300.000 corresponden a la Argentina. Se estima que el 25 por ciento de la población de América latina está en peligro de contraer la infección.

En la evolución de los pacientes que contraen la infección se distinguen 3 períodos:

–Entre un 5 y un 10 por ciento de los infectados, el período agudo aparece inmediatamente después de la infección, y se caracteriza por síntomas inespecíficos (fiebre, dolores articulares, quebrantamiento general, adenopatías, esplenomegalia, problemas de la piel y “ojo en compota”) y por síntomas cardíacos (miocarditis no severa y reversible).

–Al período agudo le sigue el llamado período indeterminado, que puede durar de 10 a 20 años, durante el cual no existe evidencia clínica de la enfermedad. La infección sólo puede ser detectada a través de análisis serológicos; también existen métodos para detectar pacientes con riesgo de padecer miocardiopatía.

–Finalmente, entre un 20 y un 30 por ciento de los pacientes desarrolla luego de la fase indeterminada una miocardiopatía dilatada (agrandamiento del corazón, con la presencia de aneurismas y trombos) que evoluciona lentamente durante otros 10 o 20 años hacia formas más severas: insuficiencia cardíaca global, tromboembolismo y arritmias. En este estadio crónico la muerte súbita es frecuente, al igual que la insuficiencia cardíaca progresiva.

“Durante mucho tiempo se dijo que el Chagas no tenía cura, hoy el Chagas tiene cura y los tratamientos son más efectivos en las etapas tempranas de la infección”, afirma el doctor Andrés Ruiz, director del Instituto Nacional de Parasitología Dr. Mario Fatala Chabén. Actualmente existe sólo un medicamento (benznidazol) de probada efectividad para el tratamiento del Chagas. Esta droga posee una acción tripanomicida por dos caminos: inhibe la reproducción del parásito y genera radicales libres que lo matan.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda el tratamiento de los pacientes que se encuentran en las tres etapas de la evolución de la enfermedad. Si bien con el benznidazol se puede lograr la cura del paciente, no genera inmunidad contra el parásito, por lo cual puede volver a contraer la infección.

REPORTAJE CON EL PRESTIGIOSO BIÓLOGO RICHARD DAWKINS

“La ciencia es el conocimiento de la vida”

POR XAVIER PUJOL GEBELLI
El País de Madrid

Richard Dawkins (Nairobi, 1941) sorprendió a la comunidad científica cuando en 1976 publicó *El gen egoísta*. En ese primer y polémico libro, Dawkins introdujo la idea del gen como uno de los motores que marcan la evolución de las especies de acuerdo con los principios de las teorías neodarwinistas. Con el paso del tiempo, la idea se ha ido refinando. Tal vez por eso, y por el prestigio que se ha ganado como divulgador, el investigador británico disfruta en la Universidad de Oxford de una cátedra poco común, la de divulgación científica, o, como mejor se expresa en inglés, de *public understanding of science* (comprensión pública de la ciencia). Fruto de la actividad que desarrolla en ella ha surgido *Destejiendo el arco iris*, un libro recientemente publicado en España por Tusquets Editores y la Fundación La Caixa y que pronto aparecerá en la Argentina. En sus páginas, Dawkins halla conexiones entre la ciencia y la poesía.

–Su último libro es sorprendente...

–Ciertamente es un libro distinto de cuantos había publicado hasta ahora. Cuando en 1995 fui nombrado profesor de Comprensión Pública de la Ciencia en la Universidad de Oxford, mi oficio se transformó y pasó a ser enseñar ciencia en general. Este libro forma parte de mi nueva dedicación. Como consecuencia, trato de explicar que la ciencia es algo maravilloso y que, si lo pensamos bien, puede hallar reflejo en la poesía. En el fondo, la ciencia es también una fuente de inspiración para los poetas.

–Comprensión pública de la ciencia... ¿Qué significa exactamente?

–La ciencia es algo muy importante en nuestras vidas. Tanto que todo el mundo debería saber apreciarla e incluso tener algún tipo de conocimiento científico. La ciencia es el conocimiento del mundo real, de todo cuanto sucede en él, de la vida. Nos dice cómo es el universo, por qué existe la vida o por qué ésta es tan complicada y diversa.

RICHARD DAWKINS

–Sin embargo, para una gran mayoría la ciencia continúa formando parte de lo incomprensible.

–No debiera ser así. La ciencia no es en absoluto algo lejano. Al contrario, nos da respuestas sobre todo cuanto nos rodea y sobre nosotros mismos.

–Hay quien busca en esas respuestas algún tipo de sentido místico, cuasi mágico.

–Hay un tipo de divulgadores, sobre todo en televisión, que abusan de este tipo de sentimientos. Lo que cuentan suele ser erróneo, algo que es muy fácil de demostrar. Personalmente creo que la gente se sentiría mucho más satisfecha si no se dejara seducir por ese tipo de falsas explicaciones.

–¿Se esperan grandes cambios en la evolución?

–Es obvio que hay lagunas en el conocimiento de algunas épocas del pasado e incluso sobre el mundo actual. Pero las incógnitas, por importantes que sean, no alteran los principios generales. Dudo que ningún nuevo descubrimiento nos obligue a reescribir la teoría darwinista.

–¿Cuál es el papel de los genes?

–Los genes son entidades que sobreviven a lo largo de las generaciones. A medida que la selección natural actúa, sobreviven aquellos genes que precisan las especies para continuar existiendo. Así, las especies disponen de un capital genético que se transmite de generación en generación no de forma aleatoria o por puro azar, sino con el propósito de garantizar la supervivencia. Esos genes irán modificándose por las exigencias de la selección natural, de modo que permitirán una mejor adaptación de las especies a un medio cambiante. De alguna forma, el medio ayuda a seleccionar los genes que mejor se adaptan a unas determinadas condiciones.

–Cuando formuló esta teoría algunos creyeron que los genes tenían algo parecido a una conciencia.

–Yo nunca dije eso. Es una falacia decir que los genes tienen conciencia. Los genes son sólo ADN, moléculas. Como metáfora podría valer si asumimos que para construir la vida los genes pretenden conseguir algo. Sin ir más lejos, su propia supervivencia. Pero de ningún modo de forma consciente. Si asumimos que éste es su rol, podremos llegar a entender aspectos clave de la evolución. Por el contrario, si asumimos que las especies o los individuos tratan de perpetuar su existencia o de maximizar su descendencia, obtendremos respuestas erróneas. Si es correcto, en cambio, asumir que los genes tratan de perpetuarse replicando el máximo número de copias de sí mismos.

–¿Quiere decir que los organismos no son más que un vehículo para los genes?

–En esencia sí; pero teniendo en cuenta que los genes no pueden escoger. Es más, si el individuo no se reproduce por alguna causa, los genes mueren con él. Su supervivencia, pues, es una consecuencia de la evolución de los organismos.

–¿Participaron los genes en los procesos de extinción?

–No directamente. Un gen poco puede hacer ante los efectos devastadores de un cometa, por ejemplo. Pero, a pesar de que una extinción no es más que la muerte masiva de organismos, la existencia de determinados genes puede favorecer la supervivencia de un organismo concreto en condiciones ambientales adversas.

–¿Por qué biólogos y evolucionistas han criticado tanto esta idea?

–Porque no la han entendido. Los genes nos permiten otra forma de expresar la teoría de la evolución. Forman parte, en este sentido, de las teorías neodarwinistas en las que también cabe formular la evolución a través de las especies. Hoy esta idea ya está mayoritariamente aceptada; no tanto por el mejor conocimiento de los genes, sino más bien por pura lógica.

–¿Puede ayudar a entender el futuro?

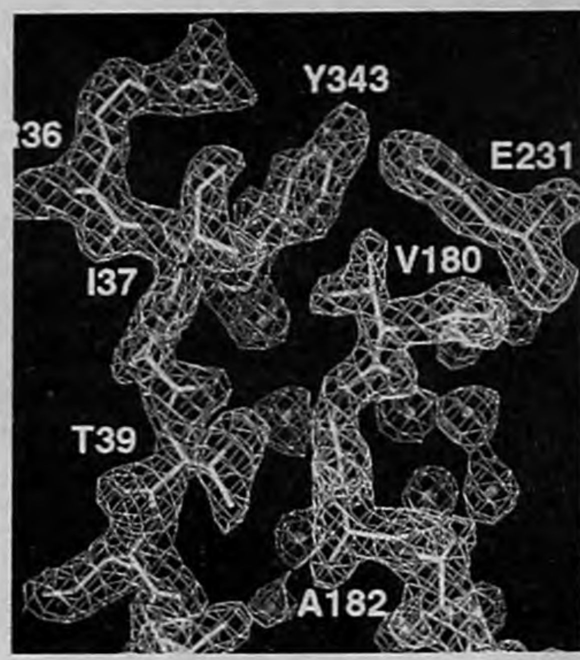
–Es muy difícil predecir el futuro. Lo único que podemos decir es que dentro de 50 millones de años probablemente habrá vida. Pero no podemos decir qué especies habrá ni qué forma tendrán. Sólo que descenderán de las actuales, aunque es imposible saber de cuáles. De lo que sí estoy seguro es de que habrá una diversidad similar a la actual, con carnívoros y herbívoros, voladores y nadadores. También estoy seguro de que habrá unanueva extinción masiva y que es muy probable que los mamíferos no logren sobrevivir.

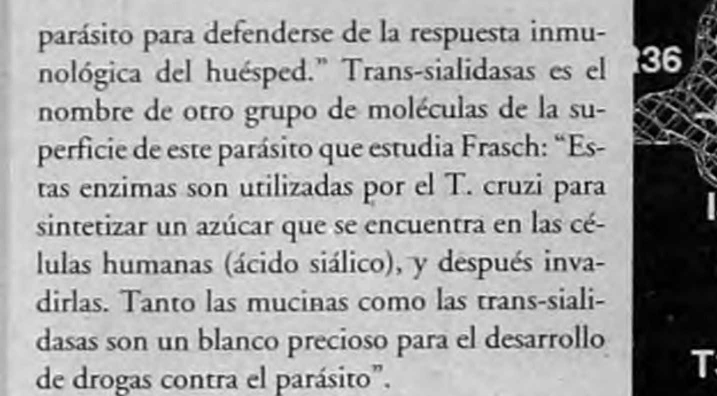
–¿Somos la culminación de la evolución?

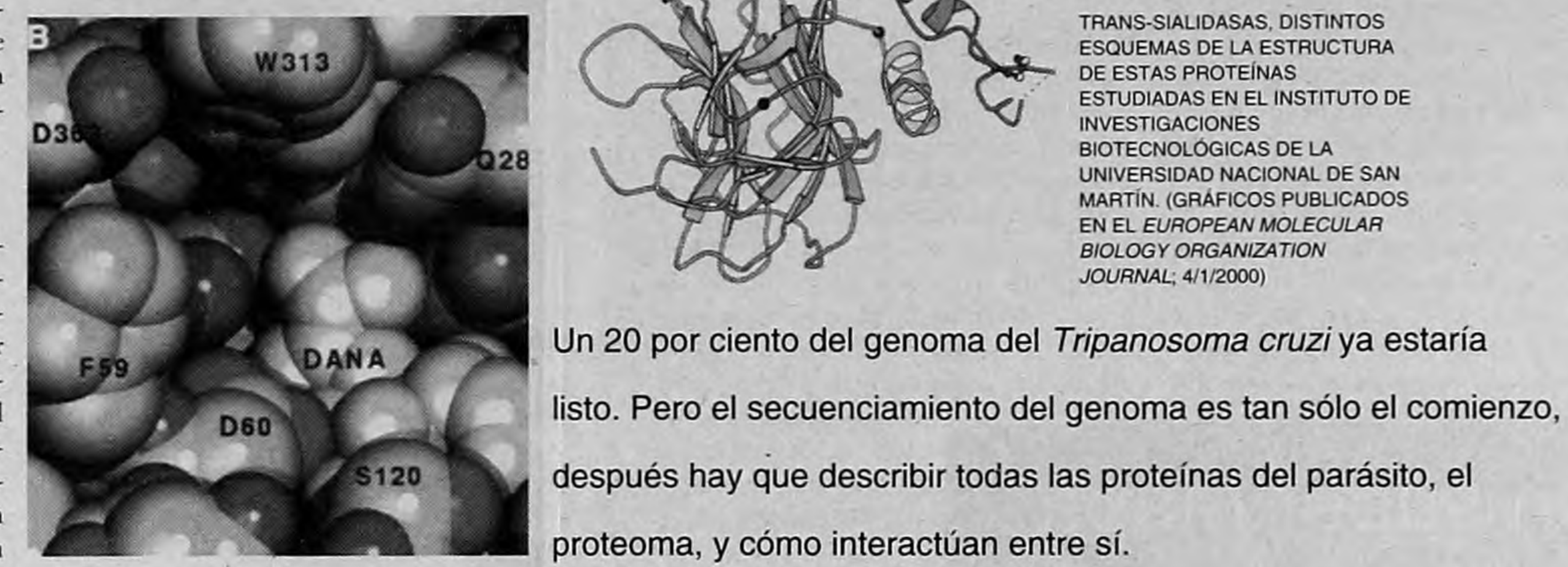
–No, en absoluto. Nosotros no tenemos predadores, como otras especies, que impongan límites a nuestra expansión. Pero tenemos enfermedades, parásitos, virus y bacterias nocivos. Aunque lo peor tal vez seamos nosotros mismos.

parásito para defenderse de la respuesta inmunológica del huésped.” Trans-sialidasas es el nombre de otro grupo de moléculas de la superficie de este parásito que estudia Frasch: “Estas enzimas son utilizadas por el T. cruzi para sintetizar un azúcar que se encuentra en las células humanas (ácido siálico), y después invadirlas. Tanto las mucinas como las trans-sialidasas son un blanco precioso para el desarrollo de drogas contra el parásito”.

“Pero más allá de encontrar nuevas formas de combatir el Chagas, también nos interesa descubrir nuevos mecanismos biológicos –continúa Frasch–. Con las trans-sialidasas, por ejemplo, descubrimos una nueva forma de sintetizar azúcares. En el T. cruzi ya han sido halladas varias moléculas absolutamente novedosas que eventualmente podrían tener alguna aplicación biotecnológica más allá del tratamiento y diagnóstico del Chagas.”







TRANS-SIALIDASAS, DISTINTOS ESQUEMAS DE LA ESTRUCTURA DE ESTAS PROTEÍNAS ESTUDIADAS EN EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOTECNOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN. (GRÁFICOS PUBLICADOS EN EL *EUROPEAN MOLECULAR BIOLOGY ORGANIZATION JOURNAL*; 4/1/2000)

Un 20 por ciento del genoma del *Tripanosoma cruzi* ya estaría listo. Pero el secuenciamiento del genoma es tan sólo el comienzo, después hay que describir todas las proteínas del parásito, el proteoma, y cómo interactúan entre sí.

FIGURITAS REPETIDAS

Otra de las líneas de investigación que surgen del secuenciamiento del genoma del T. cruzi es la que apunta a describir y estudiar las secuencias repetidas del genoma. Según el doctor Mariano Levin, jefe del Laboratorio de Biología Molecular de la Enfermedad de Chagas del Instituto de Investigaciones en Ingeniería Genética y Biología Molecular (Ingebi), “las secuencias repetidas del genoma del T. cruzi son exclusivas de este parásito; tienen que ver con aquello que lo llevó a convertirse en T. cruzi”.

Si bien este último comparte con el *Trypanosoma brucei* y con los parásitos de la leshmaniasis ciertas características de su genoma, como por ejemplo el orden de los genes, “lo importante en estos parásitos no es lo que los asemeja sino aquello que los diferencia. Y, justamente, las secuencias repetidas de su genoma constituyen aquello que es específico en él”. Esto es lo que lleva al doctor Levin a trabajar en colaboración con el Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires en las secuencias repetidas del genoma del T. cruzi, secuencias repetidas que podrían estar asociadas con potenciales blancos para nuevos medicamentos.

F29 Y EL DÍA DESPUÉS DEL GENOMA

La búsqueda de marcadores que permitan realizar el seguimiento de aquellos pacientes chagásicos que se han curado (negativizado) gracias al tratamiento con benznidazol constituye otra línea de investigación asociada con el proyecto genoma del T. cruzi, en este caso llevada adelante en el Instituto Nacional de Parasitología Dr. Mario Fatala Chabén. “Hemos secuenciado una proteína llamada F29, que en un ensayo inmunoenzimático es capaz de mostrar cuándo desaparecen los anticuerpos contra el T. cruzi del paciente infectado con Chagas –cuenta el doctor Andrés Ruiz, director del mencionado instituto–. Este es el primer ensayo serológico que nos permite determinar la negativización del paciente.”

“También estamos tratando de crear grupos que se dediquen a lo que viene después del secuenciamiento del genoma, que es tan sólo un comienzo”, continúa Frasch, para quien obtener el genoma de un organismo es como armar una guía telefónica, en la que hay que aprender a buscar los números telefónicos de interés. En palabras del doctor Sánchez: “Una vez terminado el genoma hay que describir todas las proteínas del organismo, el proteoma. En el caso del T. cruzi, este parásito tiene tres formas bien diferenciadas, y algunas proteínas se expresan en un estadio y otras en los otros”. Pero allí tampoco termina el asunto, el paso siguiente es dilucidar cómo funcionan esas proteínas, cómo interactúan entre ellas.

CAMBIO DE HIPOTESIS

...pero no todo es proyecto genoma en la vida de los investigadores que siguen de cerca al T. cruzi. Las más modernas técnicas de biología molecular también han sido útiles para tirar abajo una hipótesis que por años fue utilizada para explicar la cardiomiopatía chagásica, frecuente causa de muerte de los pacientes crónicos de Chagas. Contra la idea de que esta cardiomiopatía es el resultado de un fenómeno autoinmune, el doctor Levin ha propuesto y aportado datos a favor de una hipótesis diferente: “Nuestro trabajo nos lleva a asegurar que la causa directa de la cardiomiopatía chagásica no es una reacción autoinmune sino una reacción inmunitaria del individuo infectado, producida por la infección prolongada del T. cruzi”.

La hipótesis autoinmune no fue sino una salida elegante ante la imposibilidad de explicar la inflamación del corazón característica de la cardiomiopatía chagásica. El problema era que en el corazón de los pacientes fallecidos por esta causa no había ningún rastro del T. cruzi. El descubrimiento de anticuerpos muy específicos contra el parásito en la fase crónica fue el punto de partida para un cambio de hipótesis: “Lo que antes era considerado una respuesta autoinmune en realidad era un efecto secundario no querido de una fuerte respuesta inmunitaria contra el parásito, que tiene la capacidad de reaccionar con la superficie de las células cardíacas y provocar una serie de fenómenos que explican parte de los síntomas de la cardiopatía chagásica crónica”.

JL Y SU CORAZÓN DELATOR

“Pudimos comprobar en ratones que cuando les inyectábamos ciertas proteínas del parásito el electrocardiograma se alteraba”, cuenta Levin. Sin embargo, la evidencia concluyente provino del análisis del corazón de JL: “JL son las iniciales de un paciente que tenía un nivel muy elevado de anticuerpos contra el T. cruzi; cuando falleció decidimos emplear técnicas de biología molecular (PCR) para buscar evidencias de ADN del parásito. Y las encontramos, con lo cual pudimos demostrar que la presencia de anticuerpos evidenciaba una persistente colonización por T. cruzi del tejido cardíaco inflamado. Lo que sucedía era que el parásito estaba, pero roto. No podía ser hallado mediante técnicas convencionales porque la reacción inmunológica que despierta la infección crónica es tan fuerte que, aunque haya tan sólo un murmullo de parásito circulante, lo destroza junto con todo aquello que esté a su alrededor”.

“Estos resultados nos llevaron a sugerir que hay que combatir al T. cruzi incluso en la fase crónica de la enfermedad”, agrega Levin. A partir de sus trabajos publicados en 1995 en la prestigiosa revista médica *The Lancet*, la OMS adoptó como criterio terapéutico que el paciente chagásico crónico debe ser tratado con la terapia convencional, para así eliminar al parásito que silenciosamente está suscitando una respuesta inmunológica desmedida que daña el tejido cardíaco, y que puede llevar al paciente a la muerte.

CHAGAS Y GLOBALIZACIÓN

Aunque la investigación argentina en torno del Mal de Chagas es –y lo seguirá siendo siempre y cuando los subsidios lo permitan– bastante fructífera, no todos los investigadores consultados coinciden en que la industria farmacéutica esté muy interesada en llevar a la práctica sus aportes al conocimiento de esta enfermedad. “Hay muy poco interés en el desarrollo de nuevos medicamentos o vacunas”, sostiene el doctor Frasch. Para su colega, el doctor Sánchez, “el interés en el Chagas ha ido decayendo bastante con los años, pues el mercado que se le ofrece a la industria farmacéutica no es lo suficientemente grande como para justificar una inversión importante”.

Por el contrario, para el doctor Levin la situación parece estar cambiando: “Con la globalización del mundo, la imagen de una empresa farmacéutica poderosa que lucra con la salud de la gente ya no sirve, no vende. Es claro que una empresa que beneficie con alguna actitud de mercado al tratamiento de alguna enfermedad de los pobres va a obtener alguna recompensa; y la baja del precio de los medicamentos para el sida en Africa es una muestra de ello. Además es claro que en este mundo tan intercomunicado es mejor no tener pestes en ninguna parte, porque viajan muy rápido”.

Respecto del Chagas, sostiene Levin, la industria farmacéutica también parece estar reaccionando: “En el último Congreso Internacional de Micología que se realizó en mayo en la ciudad de Buenos Aires una firma internacional presentó los resultados de ensayos clínicos de un nuevo producto antimicótico que además parece tener un efecto tripanomicida muy bueno”.

Para consultas: *Instituto Nacional de Parasitología Dr. Mario Fatala Chabén, teléfono (011) 4331-4010/6/9/7732, Paseo Colón 568, Capital Federal.*

¿QUE ES EL MAL DE CHAGAS?

Descripta por primera vez en 1909, la enfermedad de Chagas es causada por el *Trypanosoma cruzi*, un parásito que vive en los intestinos de los insectos que transmiten la enfermedad (en la Argentina, el insecto vector es el *triatoma infestans*, más conocido como vinchuca). Cuando el insecto pica a su víctima, ser humano o animal, defeca sobre la herida, lo que permite que el parásito penetre al torrente sanguíneo.

Otras formas menos frecuentes de transmisión del T. cruzi son: las transfusiones con sangre contaminada por el parásito, los trasplantes de órganos contaminados y la transmisión madre-hijo durante el embarazo o el parto.

Actualmente se calcula que son 18 millones las personas infectadas en todo el mundo, de las cuales 2.300.000 corresponden a la Argentina. Se estima que el 25 por ciento de la población de América latina está en peligro de contraer la infección.

En la evolución de los pacientes que contraen la infección se distinguen 3 períodos:

–Entre un 5 y un 10 por ciento de los infectados, el período agudo aparece inmediatamente después de la infección, y se caracteriza por síntomas inespecíficos (fiebre, dolores articulares, quebrantamiento general, adenopatías, esplenomegalia, problemas de la piel y “ojo en compota”) y por síntomas cardíacos (miocarditis no severa y reversible).

–Al período agudo le sigue el llamado período indeterminado, que puede durar de 10 a 20 años, durante el cual no existe evidencia clínica de la enfermedad. La infección sólo puede ser detectada a través de análisis serológicos; también existen métodos para detectar pacientes con riesgo de padecer miocardiopatía.

–Finalmente, entre un 20 y un 30 por ciento de los pacientes desarrolla luego de la fase indeterminada una miocardiopatía dilatada (agrandamiento del corazón, con la presencia de aneurismas y trombos) que evoluciona lentamente durante otros 10 o 20 años hacia formas más severas: insuficiencia cardíaca global, tromboembolismo y arritmias. En este estadio crónico la muerte súbita es frecuente, al igual que la insuficiencia cardíaca progresiva.

“Durante mucho tiempo se dijo que el Chagas no tenía cura, hoy el Chagas tiene cura y los tratamientos son más efectivos en las etapas tempranas de la infección”, afirma el doctor Andrés Ruiz, director del Instituto Nacional de Parasitología Dr. Mario Fatala Chabén. Actualmente existe sólo un medicamento (benznidazol) de probada efectividad para el tratamiento del Chagas. Esta droga posee una acción tripanomicida por dos caminos: inhibe la reproducción del parásito y genera radicales libres que lo matan.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda el tratamiento de los pacientes que se encuentran en las tres etapas de la evolución de la enfermedad. Si bien con el benznidazol se puede lograr la cura del paciente, no genera inmunidad contra el parásito, por lo cual puede volver a contraer la infección.

GUERRA A LA VINCHUCA

Fuera del laboratorio, la lucha contra el insecto vector del *Trypanosoma cruzi*, la vinchuca, es una lucha pasible de ser ganada. Al menos esto es lo que sugiere la experiencia brasileña. En abril, el infectólogo Aluizio Prata, de la Facultad de Medicina do Triangulo Mineiro (Brasil), visitó la Argentina para exponer en el Congreso Internacional de Enfermedades Infecciosas su experiencia en los programas de erradicación de la vinchuca que permitieron declarar a San Pablo, junto con otros estados de Brasil, libre de vinchucas, lo que se está traduciendo en una disminución del número de pacientes hospitalizados por Chagas agudo y del número de muertes por Chagas crónico.

“El eslabón más débil de la cadena de transmisión de la enfermedad es el insecto vector -explicó el doctor Prata a **FUTURO**–. De todos los vectores que son capaces de transmitir la enfermedad, el *triatoma infestans* (la vinchuca) es el más fácil de controlar pues, a diferencia de otros insectos vectores, sólo vive en las casas y en sus alrededores, y es extremadamente susceptible a los insecticidas piretroides. La Argentina debe aprovechar que se encuentra en mejores condiciones que Brasil para controlar la transmisión del Chagas, ya que a diferencia de Brasil, en donde son varios los insectos vectores que transmiten el T. cruzi, en la Argentina el único vector es el triatoma infestans.”

CONSTANCIA, SE NECESITA

En la Argentina, el Programa Nacional de Control de Chagas que se encuentra en funcionamiento desde 1962 ha obtenido importantes logros. Gracias al rociado con insecticidas de los hogares infestados por la vinchuca y al control serológico de los donantes de sangre, la prevalenciade infección por T. cruzi (medida en jóvenes de entre 18 y 20 años) cayó del 10 al 1,9 por ciento, entre 1964 y 1993. “Sin embargo, la estrategia falló en alcanzar y sostener la fase de vigilancia en una extendida área rural con población dispersa debido a sus propias limitaciones intrínsecas y al reducido o variable nivel de prioridad asignado a los programas de salud rural”, se puede leer en un informe de 1999, redactado por el Grupo de Desarrollo Operativo del Servicio Nacional de Chagas.

En otras palabras: el trabajo es bueno, pero falta constancia en la vigilancia. Esta situación es la que lleva a que los mismos investigadores tomen cartas en el asunto. Esto es lo que sucede por ejemplo en Añatuya, Santiago del Estero: hacia allí, “a pedido del obispo del lugar que veía a su gente morir de Chagas”, emprendieron viaje el doctor Mariano Levin y sus colaboradores del Laboratorio de Biología Molecular de la Enfermedad de Chagas del Instituto de Investigaciones en Ingeniería Genética y Biología Molecular (Ingebi). “Con el apoyo de la Fundación Bunge & Born y de la Fundación Mundo Sano trabajamos en el tratamiento y control médico de los pacientes, y en la desinfección de los barrios perimetrales de Añatuya, región que cuenta con uno de los mayores números de chagásicos.”

“En definitiva –concluye Levin–, nuestro objetivo es realizar un trabajo con una excelente calidad científica, pero que a la vez tenga una profunda inserción social.”

NOVEDADES EN CIENCIA

LOS ORIGENES DEL ALFABETO

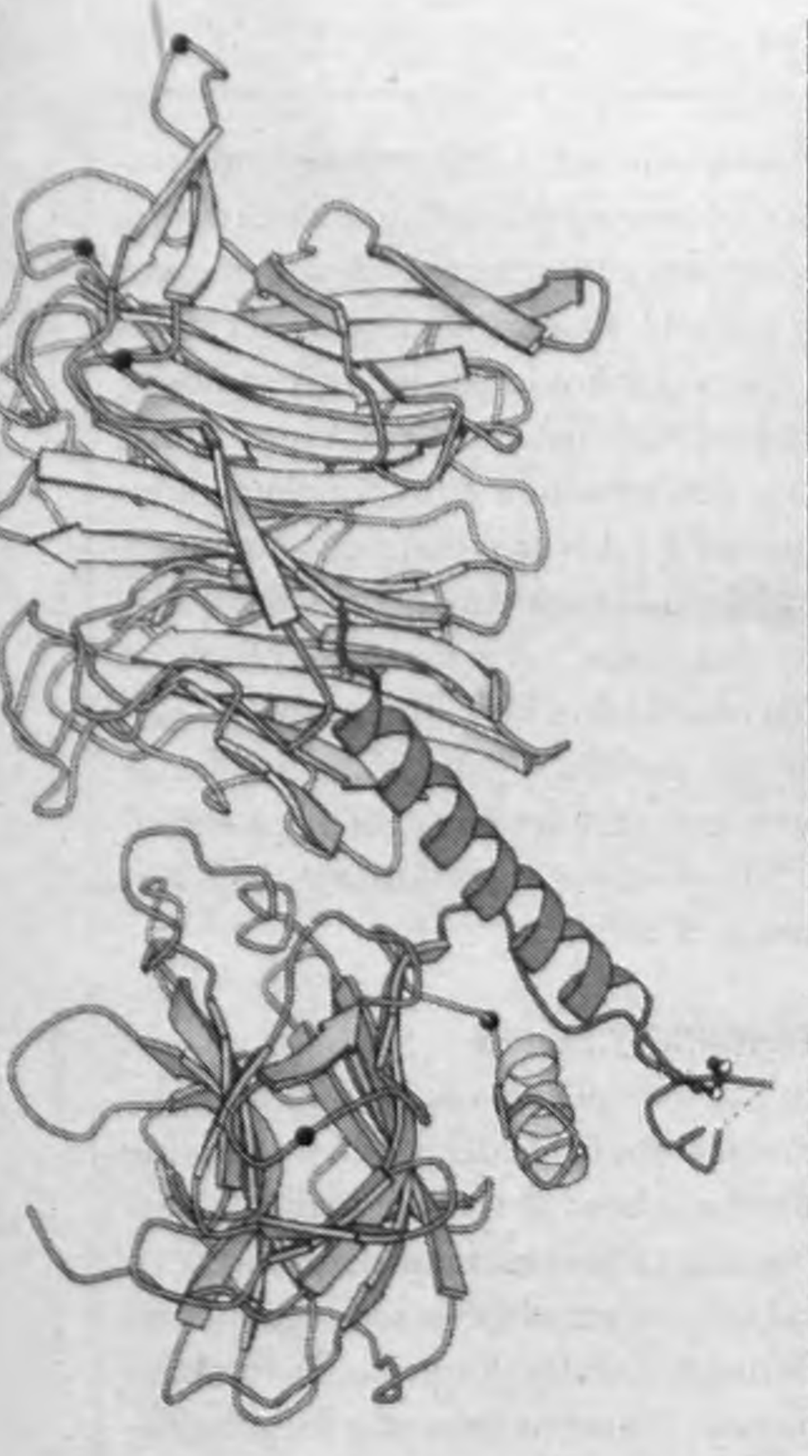
Discover Al parecer, la historia del alfabeto comenzó antes de lo que se creía. Y sus raíces estarían en Egipto. Al menos, esto es lo que sugiere un flamante hallazgo. En los últimos tiempos, el investigador norteamericano P. Kyle McCarter Jr., de la Universidad John Hopkins, en Estados Unidos, estuvo recorriendo un valle desértico al sur de Egipto. Y hace poco, se encontró con una sorpresa sumamente interesante: dos grandes inscripciones (de casi medio metro) talladas en la piedra. Estaban muy borroneadas, lo cual hablaba de su antigüedad. Y estos petroglifos (como se denominan a las escrituras en la piedra) no estaban solos, porque muy cerca de ellos había unos jeroglíficos egipcios. Así, el científico pudo determinar que las enigmáticas inscripciones tenían más de 3800 años. Pero lo que más sorprendió a McCarter Jr. –experto en alfabetos arcaicos– fueron sus características: “Allí reconocemos letras donde se puede ver cómo evolucionaron hacia las formas modernas: una *m* se ve como cualquiera la escribiría, sólo que tiene más zig-zags”.

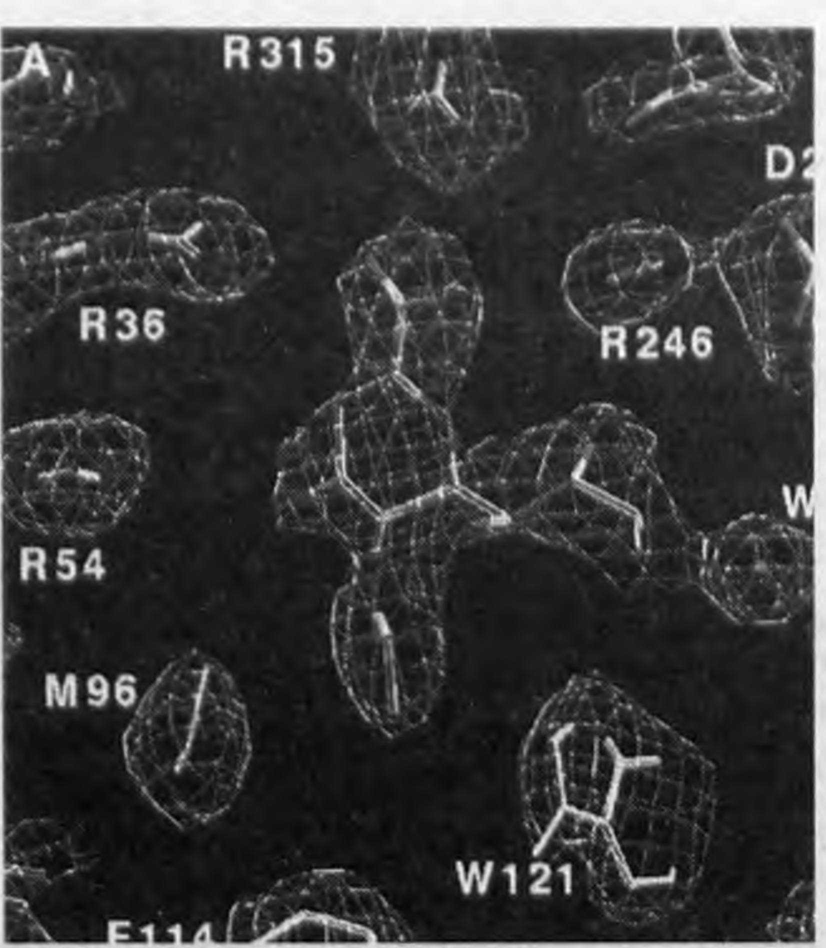
Hasta ahora, los historiadores creían que el alfabeto había nacido alrededor del año 1700 a.C., en la cultura fenicia, sobre la costa oriental del Mediterráneo (en el Líbano actual). Pero este descubrimiento obligaría a revisar las cosas: “Ahora creemos que nació y se desarrolló alrededor del año 2000 antes de Cristo, y fue un invento de grupos semitas que vivían en Egipto”, dice McCarter. Por ahora no se ha determinado el significado de las inscripciones, sin embargo, se cree que eran una súplica, pidiendo un pasaje seguro a través del desértico páramo, que era un atajo estratégico entre las ciudades de Luxor y Tebas. Sea como fuere, su descubridor afirma que estamos en deuda con aquellos desconocidos innovadores: “El alfabeto que ellos diseñaron podía ser aprendido en unas horas, y eso fue una verdadera revolución”.

ROBOT COCINERO



NewScientist No será un gran chef, pero se las arregla bastante bien: Flipper es un robot cocinero que acaba de ser presentado en los Estados Unidos. Y su especialidad son las comidas rápidas. Este engendro tecnológico es el orgullo de la compañía *AccuTemp*, de Indiana, y su aspecto no tiene nada que ver con el de un cocinero tradicional: en realidad, es un brazo robot muy preciso y supersofisticado, equipado con sensores y con una computadora que controla sus movimientos. Durante la última convención de la *Asociación Nacional de Restaurantes* de los Estados Unidos, celebrada en Chicago, Flipper sorprendió a los asistentes, demostrando su gran habilidad para cocinar hamburguesas (puede preparar quinientas en apenas una hora –casi diez por minuto– y dejarlas bien a punto) y panqueques de toda clase. Pero esta maquinita de color amarillo chillón también cocina pizzas, y fríe huevos, papas y pescados. Su diseñador, Gene Tippman, el presidente de *AccuTemp*, planea multiplicar a Flipper, así que es probable que, en algunos meses, varios restaurantes y locales de comidas rápidas norteamericanos cuenten con cocineros robots haciendo de las suyas.





TRANS-SIALIDASAS, DISTINTOS ESQUEMAS DE LA ESTRUCTURA DE ESTAS PROTEÍNAS ESTUDIADAS EN EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOTECNOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN. (GRÁFICOS PUBLICADOS EN EL *EUROPEAN MOLECULAR BIOLOGY ORGANIZATION JOURNAL*; 4/1/2000)

Jn 20 por ciento del genoma del *Tripanosoma cruzi* ya estaría sto. Pero el secuenciamiento del genoma es tan sólo el comienzo, lespués hay que describir todas las proteínas del parásito, el proteoma, y cómo interactúan entre sí.

omienzo", continúa Frasch, para quien obtener el genoma de un organismo es como armar na guía telefónica, en la que hay que aprender buscar los números telefónicos de interés. En alabras del doctor Sánchez: "Una vez terminalo el genoma hay que describir todas las protenas del organismo, el proteoma. En el caso del . cruzi, este parásito tiene tres formas bien dierenciadas, y algunas proteínas se expresan en n estadio y otras en los otros". Pero allí tampoco termina el asunto, el paso siguiente es diucidar cómo funcionan esas proteínas, cómo nteractúan entre ellas.

CAMBIO DE HIPOTESIS

...pero no todo es proyecto genoma en la via de los investigadores que siguen de cerca al . cruzi. Las más modernas técnicas de biología molecular también han sido útiles para tiar abajo una hipótesis que por años fue utiliada para explicar la cardiomiopatía chagásica, recuente causa de muerte de los pacientes crónicos de Chagas. Contra la idea de que esta cardiomiopatía es el resultado de un fenómeno autoinmune, el doctor Levin ha propuesto y aporado datos a favor de una hipótesis diferente: 'Nuestro trabajo nos lleva a asegurar que la causa directa de la cardiomiopatía chagásica no es una reacción autoinmune sino una reacción inmunitaria del individuo infectado, producida por la infección prolongada del T. cruzi".

La hipótesis autoinmune no fue sino una saida elegante ante la imposibilidad de explicar a inflamación del corazón característica de la cardiomiopatía chagásica. El problema era que en el corazón de los pacientes fallecidos por esa causa no había ningún rastro del T. cruzi. El descubrimiento de anticuerpos muy específicos contra el parásito en la fase crónica fue el punto de partida para un cambio de hipótesis: "Lo que antes era considerado una respuesta autoinmune en realidad era un efecto secundario no querido de una fuerte respuesta inmunitaria contra el parásito, que tiene la capacidad de reaccionar con la superficie de las células cardíacas y provocar una serie de fenómenos que explican parte de los síntomas de la cardiopatía chagásica crónica".

JL Y SU CORAZÓN DELATOR

"Pudimos comprobar en ratones que cuando les inyectábamos ciertas proteínas del parásito el electrocardiograma se alteraba", cuenta Levin. Sin embargo, la evidencia concluyente provino del análisis del corazón de JL: "JL son las iniciales de un paciente que tenía un nivel muy elevado de anticuerpos contra el T. cruzi; cuando falleció decidimos emplear técnicas de biología molecular (PCR) para buscar evidencias de ADN del parásito. Y las encontramos, con lo cual pudimos demostrar que la presencia de anticuerpos evidenciaba una persistente colonización por T. cruzi del tejido cardíaco inflamado. Lo que sucedía era que el parásito estaba, pero roto. No podía ser hallado mediante técnicas convencionales porque la reacción inmunológica que despierta la infección crónica es tan fuerte que, aunque haya tan sólo un murmullo de parásito circulante, lo destroza junto con todo aquello que esté a su alrededor".

"Estos resultados nos llevaron a sugerir que hay que combatir al T. cruzi incluso en la fase crónica de la enfermedad", agrega Levin. A partir de sus trabajos publicados en 1995 en la prestigiosa revista médica *The Lancet*, la OMS adoptó como criterio terapéutico que el paciente chagásico crónico debe ser tratado con la terapia convencional, para así eliminar al parásito que silenciosamente está suscitando una respuesta inmunológica desmedida que daña el tejido cardíaco, y que puede llevar al paciente a la muerte.

CHAGAS Y GLOBALIZACIÓN

Aunque la investigación argentina en torno del Mal de Chagas es –y lo seguirá siendo siempre y cuando los subsidios lo permitan– bastante fructífera, no todos los investigadores consultados coinciden en que la industria farmacéutica esté muy interesada en llevar a la práctica sus aportes al conocimiento de esta enfermedad. "Hay muy poco interés en el desarrollo de nuevos medicamentos o vacunas", sostiene el doctor Frasch. Para su colega, el doctor Sánchez, "el interés en el Chagas ha ido decayendo bastante con los años, pues el mercado que se le ofrece a la industria farmacéutica no es lo suficientemente grande como para justificar una inversión importante".

Por el contrario, para el doctor Levin la situación parece estar cambiando: "Con la globalización del mundo, la imagen de una empresa farmacéutica poderosa que lucra con la salud de la gente ya no sirve, no vende. Es claro que una empresa que beneficie con alguna actitud de mercado al tratamiento de alguna enfermedad de los pobres va a obtener alguna recompensa; y la baja del precio de los medicamentos para el sida en Africa es una muestra de ello. Además es claro que en este mundo tan intercomunicado es mejor no tener pestes en ninguna parte, porque viajan muy rápido".

Respecto del Chagas, sostiene Levin, la industria farmacéutica también parece estar reaccionando: "En el último Congreso Internacional de Micología que se realizó en mayo en la ciudad de Buenos Aires una firma internacional presentó los resultados de ensayos clínicos de un nuevo producto antimicótico que además parece tener un efecto tripanomicida muy bueno".

Para consultas: *Instituto Nacional de Parasitología Dr. Mario Fatala Chabén, teléfono (011) 4331-4010/6/9/7732, Paseo Colón 568, Capital Federal.*

GUERRA A LA VINCHUCA

Fuera del laboratorio, la lucha contra el insecto vector del *Trypanosoma cruzi*, la vinchuca, es una lucha pasible de ser ganada. Al menos esto es lo que sugiere la experiencia brasileña. En abril, el infectólogo Aluizio Prata, de la Facultad de Medicina do Triangulo Mineiro (Brasil), visitó la Argentina para exponer en el Congreso Internacional de Enfermedades Infecciosas su experiencia en los programas de erradicación de la vinchuca que permitieron declarar a San Pablo, junto con otros estados de Brasil, libre de vinchucas, lo que se está traduciendo en una disminución del número de pacientes hospitalizados por Chagas agudo y del número de muertes por Chagas crónico.

"El eslabón más débil de la cadena de transmisión de la enfermedad es el insecto vector -explicó el doctor Prata a **FUTURO**–. De todos los vectores que son capaces de transmitir la enfermedad, el *triatoma infestans* (la vinchuca) es el más fácil de controlar pues, a diferencia de otros insectos vectores, sólo vive en las casas y en sus alrededores, y es extremadamente susceptible a los insecticidas piretroides. La Argentina debe aprovechar que se encuentra en mejores condiciones que Brasil para controlar la transmisión del Chagas, ya que a diferencia de Brasil, en donde son varios los insectos vectores que transmiten el T. cruzi, en la Argentina el único vector es el triatoma infestans."

CONSTANCIA, SE NECESITA

En la Argentina, el Programa Nacional de Control de Chagas que se encuentra en funcionamiento desde 1962 ha obtenido importantes logros. Gracias al rociado con insecticidas de los hogares infestados por la vinchuca y al control serológico de los donantes de sangre, la prevalenciade infección por T. cruzi (medida en jóvenes de entre 18 y 20 años) cayó del 10 al 1,9 por ciento, entre 1964 y 1993. "Sin embargo, la estrategia falló en alcanzar y sostener la fase de vigilancia en una extendida área rural con población dispersa debido a sus propias limitaciones intrínsecas y al reducido o variable nivel de prioridad asignado a los programas de salud rural", se puede leer en un informe de 1999, redactado por el Grupo de Desarrollo Operativo del Servicio Nacional de Chagas.

En otras palabras: el trabajo es bueno, pero falta constancia en la vigilancia. Esta situación es la que lleva a que los mismos investigadores tomen cartas en el asunto. Esto es lo que sucede por ejemplo en Añatuya, Santiago del Estero: hacia allí, "a pedido del obispo del lugar que veía a su gente morir de Chagas", emprendieron viaje el doctor Mariano Levin y sus colaboradores del Laboratorio de Biología Molecular de la Enfermedad de Chagas del Instituto de Investigaciones en Ingeniería Genética y Biología Molecular (Ingebi). "Con el apoyo de la Fundación Bunge & Born y de la Fundación Mundo Sano trabajamos en el tratamiento y control médico de los pacientes, y en la desinfección de los barrios perimetrales de Añatuya, región que cuenta con uno de los mayores números de chagásicos."

"En definitiva –concluye Levin–, nuestro objetivo es realizar un trabajo con una excelente calidad científica, pero que a la vez tenga una profunda inserción social."

NOVEDADES EN CIENCIA

LOS ORIGENES DEL ALFABETO

Discover Al parecer, la historia del alfabeto comenzó antes de lo que se creía. Y sus raíces estarían en Egipto. Al menos, esto es lo que sugiere un flamante hallazgo. En los últimos tiempos, el investigador norteamericano P. Kyle McCarter Jr., de la Universidad John Hopkins, en Estados Unidos, estuvo recorriendo un valle desértico al sur de Egipto. Y hace poco, se encontró con una sorpresa sumamente interesante: dos grandes inscripciones (de casi medio metro) talladas en la piedra. Estaban muy borroneadas, lo cual hablaba de su antigüedad. Y estos petroglifos (como se denominan a las escrituras en la piedra) no estaban solos, porque muy cerca de ellos había unos jeroglíficos egipcios. Así, el científico pudo determinar que las enigmáticas inscripciones tenían más de 3800 años. Pero lo que más sorprendió a McCarter Jr. –experto en alfabetos arcaicos– fueron sus características: "Allí reconocemos letras donde se puede ver cómo evolucionaron hacia las formas modernas: una *m* se ve como cualquiera la escribiría, sólo que tiene más zig-zags".

Hasta ahora, los historiadores creían que el alfabeto había nacido alrededor del año 1700 a.C., en la cultura fenicia, sobre la costa oriental del Mediterráneo (en el Líbano actual). Pero este descubrimiento obligaría a revisar las cosas: "Ahora creemos que nació y se desarrolló alrededor del año 2000 antes de Cristo, y fue un invento de grupos semitas que vivían en Egipto", dice McCarter. Por ahora no se ha determinado el significado de las inscripciones, sin embargo, se cree que eran una súplica, pidiendo un pasaje seguro a través del desértico páramo, que era un atajo estratégico entre las ciudades de Luxor y Tebas. Sea como fuere, su descubridor afirma que estamos en deuda con aquellos desconocidos innovadores: "El alfabeto que ellos diseñaron podía ser aprendido en unas horas, y eso fue una verdadera revolución".

ROBOT COCINERO



NewScientist No será un gran chef, pero se las arregla bastante bien: Flipper es un robot cocinero que acaba de ser presentado en los Estados Unidos. Y su especialidad son las comidas rápidas. Este engendro tecnológico es el orgullo de la compañía *Accu-Temp*, de Indiana, y su aspecto no tiene nada que ver con el de un cocinero tradicional: en realidad, es un brazo robot muy preciso y supersofisticado, equipado con sensores y con una computadora que controla sus movimientos. Durante la última convención de la *Asociación Nacional de Restaurantes* de los Estados Unidos, celebrada en Chicago, Flipper sorprendió a los asistentes, demostrando su gran habilidad para cocinar hamburguesas (puede preparar quinientas en apenas una hora –casi diez por minuto– y dejarlas bien a punto) y panqueques de toda clase. Pero esta maquinita de color amarillo chillón también cocina pizzas, y fríe huevos, papas y pescados. Su diseñador, Gene Tippman, el presidente de *AccuTemp*, planea multiplicar a Flipper, así que es probable que, en algunos meses, varios restaurantes y locales de comidas rápidas norteamericanos cuenten con cocineros robots haciendo de las suyas.

LIBROS Y PUBLICACIONES

EL PROYECTO GENOMA HUMANO
Rompiendo el código genético de la vida
Thomas F. Lee
Gedisa , 307 pp



El proyecto Genoma Humano –PGH– despierta desde hace algún tiempo discusiones de toda índole y valores diversos pero innegablemente, el umbral de conocimientos y ansiedad que plantea la posibilidad de decodificar la información genética es asombroso. Thomas F. Lee, que ha sido biólogo, profesor e investigador en los EE.UU., reconstruye la historia del Proyeco Genoma Humano, desde las primeras investigaciones de James Watson y Francis Crick –descubridores de la estructura del ADN hace alrededor de cincuenta años– a la actualidad, repasando los conceptos clave de la biología molecular y la genética. Este recorrido apunta a determinar la naturaleza, a la vez que una visión clara, de lo que sea el PGH, junto a las expectativas reales –por ejemplo, la posibilidad de erradicar algunas enfermedades de origen hereditario– y los miedos y dilemas que la manipulación genética ocasiona.

AGENDA CIENTIFICA

ESCRITORES DEL PASADO
Siguiendo con la propuesta de la Dirección General de Bibliotecas de la Ciudad de Buenos Aires, *El e-mail llama dos veces. Correo con escritores del pasado*, durante todo el mes de junio se pondrá mantener correspondencia con **Roberto Arlt**. ***Alvaro Abós*** le pondrá la letra y –como en el caso de Sarmiento y Luna en el mes de mayo–, la correspondencia mantenida aparecerá publicada en la página web de la Dirección de Bibliotecas de la Ciudad.
Dirección:
www//buenosaires.gov.ar/cultura/biblioteca
link: *"El e-mail llama dos veces. Correo con escritores del pasado".*

SEMINARIOS DE ACTUALIZACION-APINEP 2000
Está abierta la inscripción para el seminario *Las bases neurofisiológicas de los procesos emocionales*, a dictarse los jueves 6, 13, 20, y 27 de julio de 20.00 a 21.30 hs. También se dictará el seminario *Sustitución del vocablo "retardo" por "trastorno" en el aprendizaje de las funciones cerebrales superiores*, los días 3, 10, 17 y 24 de agosto de 20.00 a 21.30, en la *Asociación para la asistencia, docencia e investigaciones neurológicas, psicológicas y psicopedagógicas* (Apinep). Charcas 3391, teléfono 4821-2777 y 4826-7171. Para mayor información: nenufar@arnet.com.ar

MES DE LA INVESTIGACION EN SOCIOLOGIA
Se está llevando a cabo durante todo el mes de junio el *Mes de la Investigación en Sociología* en la sede de Marcelo T. de Alvear de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Buenos Aires. La propuesta consiste en una serie de actividades tendientes a producir un acercamiento entre investigadores, estudiantes y la comunidad en general. Durante esta semana (del 19 al 23): *Weber en clave metodológica*, con la presencia de Eduardo Fidanza y Franscisco Naishtat, el martes 20 a las 21.00 en Marcelo T. de Alvear 2230, Capital.

Un súper mapa del universo

POR MARIANO RIBAS

La imagen es rara, pero tiene una potencia sobrecogedora: lo que acaba de ver es el primer boceto a gran escala del universo. O, por lo menos, el primero realmente significativo. Cada puntito equivale a una galaxia entera, como la nuestra. Pero aparecen tantas, que el resultado es una maraña confusa. Y en medio de este desparramo, hay montones de parches y serpenteantes caminos oscuros: son descomunales regiones del espacio donde no hay nada, o casi nada. Este súper mapa cósmico, que acaba de ser presentado por un equipo internacional de astrónomos, es el resultado de dos años de trabajo, observaciones y sofisticadas mediciones. Contiene más de 100 mil galaxias, y abarca miles de millones de años luz. Y aunque parezca una verdadera enormidad, representa tan solo una pizca de la totalidad del universo. De todos modos, es un logro de lo más interesante, lleno de implicancias teóricas que incluyen, entre otras cosas, muy buenas pistas sobre el origen y el destino del todo.

RELEVAMIENTO GALACTICO

Para armar un mapa del universo, hay que medir las distancias a las galaxias, y ubicarlas unas con respecto a otras. Sin duda, es el trabajo cartográfico más fenomenal que pueda imaginarse. Y lo cierto es que, por ahora, es imposible tener un mapa completo, porque existen alrededor de *cien mil millones de galaxias*, y no hay forma alguna (ni tiempo humano) de determinar la posición de todas. Pero se puede empezar de a poco, relevando determinadas zonas del cielo. En los últimos años, los astrónomos realizaron algunos intentos bastante apreciables, pero en el mejor de los casos se llegó a la cifra de 25 mil galaxias. Es decir, apenas un mapita de entrecasa. Para tener una idea un poco más clara de la gran estructura del universo hacía falta una muestra sustancialmente mayor. Pero también, una tecnología acorde al desafío. Y bien, resulta que a principios de los 90, un súper equipo de astrónomos australianos, ingleses y norteamericanos se animaron a llegar adonde nunca antes se había llegado. Y, para eso, recurrieron a uno de los telescopios más modernos del planeta: el gigantesco Telescopio Anglo-Australiano (AAT, su sigla en inglés). Es un chiche de primera, y está equipado con otro chiche, que en realidad es la clave del asunto: un espectrógrafo capaz de analizar la luz de 400 galaxias a la vez. Y, en consecuencia, determinar sus distancias. Así, en 1998, nació un proyecto con un nombre un tanto extraño (2 dF Galaxy Redshift Survey), y con un objetivo nada modesto: "mapear" nada menos que 250.000 galaxias para el 2001 (diez veces más que el mejor intento previo).



UN VUELO IMAGINARIO A TRAVES DEL MAPA. ESTE FOTOMONTAJE REPRESENTA LA VISTA DEL MAPA DEL UNIVERSO CONSTRUIDO POR LOS CIENTIFICOS.

UNA MIRADA PROFUNDA

La estrategia fue mirar en dos direcciones casi opuestas del cielo y barrerlas pacientemente: cada noche examinaron un pedacito de cielo (de apenas unos grados), registrando la mayor cantidad de galaxias posibles, y estudiando su luz en forma casi simultánea. Poco a poco, el mapa fue tomando forma. Y hace poco, el relevamiento superó la barrera de las 100 mil galaxias (exactamente, 106.585). La cifra era tentadora y los científicos pensaron que era un buen momento para hacer un primer brindis, un primer anuncio y, de paso, un poco de ruido mediático, cosa que no les viene nada mal). El anuncio oficial ocurrió hace unos días, en un encuentro de la Sociedad Astronómica Americana, celebrado en Rochester, Nueva York. Allí, Richard Ellis, uno de los astrónomos norteamericanos involucrados, expresó su euforia: "Este mapa es simplemente increíble: por primera vez, podemos ver la estructura del universo en un volumen realmente enorme, delineado por más de 100 mil galaxias... es un tremendo logro observacional".

¿QUE DICE EL MAPA?

Aunque no esté terminado, el mapa tiene unas cuantas cosas para decir. En primer lugar, hay que aclarar algunas cosas sobre su diseño: lo que se ve son dos fracciones del cielo centradas en nuestro punto de vista, es decir, mirando "hacia afuera" desde la Vía Láctea. Cada una de estas "miradas" se extiende hasta la considerable distancia de 2000 millones de años luz (vale la pena recordar que los límites del universo observable están cuatro o cinco veces más lejos). Y bien: ¿qué es lo que nos muestra el mapa? De entrada, montones de puntitos, obvio. Pero como cada uno de ellos representa a una galaxia, el esquema toma su real y profunda dimensión: lo que se ve, en definitiva, es la imagen del universo a gran escala. Ese caos de puntitos parece una especie de telaraña, con nudos, amontonamientos, cadenas, y fibras muy gruesas. Son los cúmulos, supercúmulos y agrupaciones de supercúmulos de galaxias, algunos de decenas o cientos de millones de años luz de largo. Y también, gigantescas burbujas de vacío, tanto o más grandes, que separan a estos conglomerados de materia. "Es el primer mapa que nos muestra con claridad estas concentraciones y filamentos de galaxias", dice Karl Glazebrook, de la Universidad Johns Hopkins, y se puede sospechar que, por fin, se han encontrado las estructuras más grandes que existen en el universo. Es realmente impresionante, se lo mire como se lo mire.



EL PRINCIPIO Y EL FIN

Pero hay más: el mapa de las 100 mil galaxias también nos habla del origen y el destino del universo. Como se ve, la repartija de galaxias y espacio vacío es bastante desprolija. Y en realidad así es como debería ser: según las teorías actuales, durante los primeros instantes del universo, la materia mostraba irregularidades en su densidad. Y con el tiempo, la gravedad las fue acentuando. Y ahora, diez o doce mil millones de años después del gran estallido inicial, esas irregularidades se ven reflejadas en la desigual estructura y distribución de los supercúmulos de galaxias. Y ahí están, en el mapa. Por otra parte, ese desparramo de incontables puntitos también contiene preciosa información sobre la suerte última del universo: su análisis permite confirmar, una vez más, que la cantidad de materia (la observable, y la no observable, que puede inferirse a partir de la disposición de las galaxias) no alcanza, ni por asomo, para frenar la expansión. En consecuencia, todo indica que el universo continuará su carrera alocada, empujando sus fronteras, e hinchándose día a día como un globo descomunal: será cada vez más grande; pero también cada vez más frío, más vacío y más oscuro.

El relevamiento continúa, y como ya se dijo, el año que viene llegará a la ansiada meta de las 250 mil galaxias. Pero la cosa recién empieza: los astrónomos quieren mapas mucho más completos. Y por eso, ya están soñando con nuevos proyectos y nuevas tecnologías. Incluso, en estos mismos momentos, hay otro emprendimiento que avanza a toda marcha: el Sloan Digital Sky Survey, que culminará con un nuevo mapa de 1 millón de galaxias. La tarea no es fácil, pero promete. Y la recompensa bien vale la pena: algún día, podremos entender, contemplar y disfrutar la gran arquitectura del universo. Será uno de los triunfos intelectuales más grandes de nuestra historia.

FINAL DE JUEGO

donde por falta de espacio apenas se esboza la naturaleza paradojal de las antigüedades

POR LEONARDO MOLEDO

Mientras se dirigían a la Dirección del Departamento de Matemáticas, el Comisario Inspector aprovechó para abordar el tema de las antigüedades.

–Las antigüedades son paradojales por definición –dijo–. Por empezar, está el problema ontológico: ¿cómo podemos saber qué es una antigüedad si no sabemos qué es el tiempo? Por otra parte, la paradoja, digamos, mercantil: las antigüedades son las únicas mercancías que aumentan su valor con el uso, es decir que, en vez de desgastarse se perfeccionan a medida que pasa el tiempo. Y después, está la famosa paradoja de las antigüedades gemelas, basada en la Teoría de la Relatividad. Un cohete parte en un viaje a una velocidad cercana a la de la luz, llevándose, digamos, un orinal como el que acabamos de ver. Cuando regresa, en la Tierra han pasado mil años, aunque dentro del cohete ha transcurrido solamente un año. Ahora, resulta que a los 500 años de la partida del cohete se fabricó en la Tierra un orinal idéntico. ¿Cuál es la verdadera antigüedad? O mejor, ¿cuál de las dos es más legítimamente antigua? ¿La del cohete, que desde el punto de vista de la Tierra tiene mil años, pero desde el punto de vista del cohete uno solo, o la de la Tierra? Es probable que el astronauta y los habitantes de la tierra discreparan. Y conste que por culpa de este mapa del universo, apropiado para el asesinato de un astrofísico, pero fatal para nosotros, no tenemos espacio para contar la paradoja de las antigüedades fabricadas.

¿Qué piensan nuestros lectores? ¿Cuál de los dos orinales es la verdadera antigüedad? ¿Cómo será la paradoja de las antigüedades fabricadas?